INSTALLATION ET EXPLOITATION

DES

LIGNES TÉLÉPHONIQUES

EXTRAIT DU COMPTE RENDU DE LA SÉANCE DU 1er AVRIL 1881
DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

PRÉSIDENCE DE M. Henri MATHIEU.

EXPOSÉ.

Lorsque le téléphone fit son apparition, vous vous rappelez, Messieurs, le tressaillement de surprise, suivie bientôt d'admiration, qu'excita dans le monde entier cette merveilleuse découverte du jeune professeur américain Graham Bell. Mais l'enthousiasme du premier moment était à peine calmé, que l'invention souleva toutes sortes d'appréciations diverses et même fut en butte à de nombreuses critiques.

A côté des gens incrédules qui doutent de tout, même de la science, il se rencontra des esprits sérieux qui contestèrent l'utilité du téléphone et refusèrent de croire à son emploi pratique dans l'avenir. Très heureusement les résultats ont donné tort à ces pronostics fâcheux. Moins défavorisé que le phonographe d'Edison, son émule, resté jusqu'ici à l'état de curiosité scientifique et même relégué au rôle de jouet, le téléphone n'a pas tardé à trouver sa place à côté du télégraphe parmi les plus grandes et plus fécondes applications scientifiques.

Ce succès est dû non seulement au mérite de l'invention, mais aussi à ce fait qu'elle était de ces inventions qui arrivent à leur heure. Elle répondait à des besoins que le télégraphe n'avait pu encore satisfaire. Rien ne dépeint mieux le but du téléphone que cette phrase, que j'emprunte à un article du journal l'*Électricité :*

« Le grand mouvement qui anime les artères de la télégraphie, le
« téléphone donne le moyen de ne pas l'arrêter à la station télégraphique,
« et de le faire pénétrer directement jusque dans le comptoir du commer-
« çant, dans l'atelier du fabricant et dans le domicile de la famille. »

J'ajouterai que l'appareil téléphonique, d'un usage immédiat et à la

portée de toute personne quelconque, même d'un enfant, plus simple et plus commode que l'appareil télégraphique dont il n'exige pas l'apprentissage, peut le suppléer avec avantage pour la transmission des messages et dépêches de toute espèce. Il peut surtout le remplacer utilement au moment d'un danger pour prévenir une collision de trains sur les voies ferrées, un incendie dans une ville, lorsque l'employé du télégraphe est absent ou que son trouble paralyserait la manœuvre de son appareil.

Ainsi, grâce au téléphone, les personnes habitant une même ville peuvent à tout moment de la journée entrer en communication verbale entre elles, causant et discutant par la parole sans sortir de leurs demeures. Ce résultat est obtenu par des fils reliant ces points les uns avec les autres et constituant des lignes téléphoniques, se terminant par des téléphones transmetteurs et récepteurs de la parole.

C'est de l'installation de ces lignes et de leur exploitation que je vous demande la permission de vous entretenir aujourd'hui.

En abordant cette étude, j'ai été effrayé de l'étendue du programme que je m'étais tracé. Il comporte tant de problèmes techniques, agite tant de questions de toute nature, que j'aurais renoncé à le développer, si, d'une part, je n'étais initié depuis longtemps à cette nouvelle branche de la science qu'on dénomme la Téléphonie, si je n'en avais suivi les développements, et si, d'autre part, je n'avais trouvé une assistance éclairée dans le directeur de la Société française des téléphones, M. Lartigue, notre collègue, et dans deux ingénieurs de la même Société, MM. Berthon et Brown. C'est par leurs soins qu'ont été disposés ici les appareils et les plans qui sont sous vos yeux. Permettez-moi donc de les remercier, en votre nom comme au mien, de leur obligeant concours.

Mais il ne suffit pas de bien posséder son sujet, il faut encore le présenter avec méthode, avec clarté, enfin d'une façon digne d'un auditoire composé d'ingénieurs. C'est là une lourde tâche, et pour la remplir je suis forcé de faire de nouveau appel à la bienveillante attention à laquelle vous avez bien voulu m'accoutumer.

SYSTÈMES DE TÉLÉPHONES EN SERVICE.

Coup d'œil rétrospectif sur l'invention du téléphone. — Avant de vous parler du fonctionnement et de l'exploitation des réseaux téléphoniques, je crois utile de vous présenter les appareils employés pour la transmission et la réception des communications vocales. Ne convient-il pas de savoir ce que c'est qu'une locomotive avant de traiter de l'organisation des chemins de fer? Mon intention n'est pas de passer en revue tous les perfectionnements dont le téléphone a été l'objet depuis qu'il est sorti des mains de son créateur. Comme tous les grands inventeurs, M. Graham Bell a ouvert la voie à un grand nombre de chercheurs qui se sont essayés à modifier et à améliorer l'œuvre primitive. Pour ceux d'entre vous qui désireraient suivre les étapes des progrès accomplis dans cet ordre d'idées, je ne puis

mieux faire que de les renvoyer aux ouvrages écrits sur la matière et notamment au livre si complet de M. le comte Th. du Moncel. Je me bornerai à vous signaler les systèmes d'appareils téléphoniques qui ont été consacrés par la pratique et sont aujourd'hui en service régulier.

Beaucoup d'entre vous ont encore présente à la mémoire la séance dans laquelle mon sympathique collègue, M. Niaudet, vint expliquer le téléphone Bell, en faisant fonctionner sous vos yeux, je devrais dire à vos oreilles, les deux premiers appareils qui touchèrent le continent.

Sur les murs de cette enceinte sont suspendues plusieurs images représentant à une grandeur exagérée une section longitudinale du téléphone de Bell, et je vais vous faire passer un appareil coupé par la moitié, qu'a bien voulu me prêter M. Bréguet. Comme vous le voyez, l'appareil qui est d'une étonnante simplicité quand on compare sa construction à ses résultats, se réduit à trois organes essentiels : une tige aimantée, une bobine de fil entourant une des extrémités de cette tige et une plaque mince en fer placée perpendiculairement au-dessus de la bobine et tout près du pôle de l'aimant. Dans ce système l'appareil est réversible, c'est-à-dire qu'il permet de parler et d'entendre, servant à la fois de transmetteur et de récepteur. Le fil qui entoure la bobine du téléphone se prolonge par le câble qui doit transmettre les communications à distance, et revient en fermant le circuit après s'être confondu avec le fil de la bobine de l'appareil placé à l'autre station.

Dès qu'on parle dans l'embouchure qui enserre la membrane de l'appareil, celle-ci entre en vibration. Ce déplacement oscillatoire modifie l'état magnétique de l'aimant, et par suite, suivant la théorie de Faraday, engendre dans le fil un courant électrique. Ce courant est d'une nature particulière dite ondulatoire par analogie aux ondes sonores qui lui ont donné naissance. Arrivé dans la bobine de l'appareil opposé, il modifie pareillement le magnétisme de l'aimant, et, par conséquent, celui-ci exerce sur sa membrane des attractions et répulsions variées qui se traduisent en oscillations identiques à celle de la membrane du premier appareil. Celle-ci vibre donc et, en ébranlant l'air, reproduit les sons de la voix émise à l'autre extrémité.

Téléphones magnétiques dérivés du téléphone Bell. — Tel était à l'origine le téléphone, tel il est encore dans sa constitution fondamentale sous les divers types imaginés depuis, quand on l'emploie comme appareil récepteur.

Les innovations ont porté sur deux points principaux, le réglage et le renforcement. Dans le modèle de M. Trouvé l'adjonction d'une vis permet de régler l'écartement de la membrane du pôle voisin de l'aimant. Les types de Gray et de Phelps comportent deux membranes placées devant les deux pôles de l'aimant recourbé à cet effet.

Le système Gower, dont nous a entretenu M. Fichet, utilise les deux pôles en concentrant leurs effets sur une seule membrane. De plus, M. Gower

perce le centre de la membrane, et dispose près de l'ouverture une anche qui vibre sous un souffle énergique et permet de transmettre un signal d'avertissement.

Le principe des pôles concentrés se retrouve également dans les systèmes Siemens et Ader. Mais ce dernier présente, en outre, une particularité remarquable. De l'autre côté de l'aimant, près de l'embouchure, est adapté un anneau en fer doux appelé surexcitateur. Le but de cet anneau est d'augmenter la force active de l'aimant, en raison de cette propriété très simple que possède la masse de fer doux d'attirer les pôles de l'aimant plus près de ses extrémités, et de les rapprocher ainsi de la membrane. Cette action est mise en évidence par l'appareil de démonstration que je fais passer sous vos yeux. Cette combinaison ingénieuse donne au récepteur Ader une grande sensibilité. Elle a contribué avec les autres travaux remarquables du même inventeur à lui mériter le prix de physique de 3,000 francs, qui lui a été récemment décerné par l'Académie des sciences. On sait que le grand prix Volta de 50,000 francs avait précédemment été donné à M. Graham Bell.

Téléphones à pile système Edison. — Les appareils dont je viens d'esquisser la description forment la classe des téléphones magnétiques. Mais Bell reconnut bientôt que le magnétisme mis en jeu par le déplacement de la membrane ne produisait pas des courants ondulatoires assez puissants pour transmettre la voix à de grandes distances avec une intensité suffisante. Il eut alors l'idée de recourir à une pile pour lancer d'une manière continue dans le circuit un courant électrique, en ne demandant plus à l'oscillation de la membrane que de le transformer en courants ondulatoires. Ce fut là l'origine de la classe des téléphones à pile.

Cependant l'association du magnétisme rémanant de l'aimant et de la pile, n'avait pas fourni les résultats espérés, et l'on attendait pour la transmission téléphonique entre des points très éloignés une solution plus pratique. C'est Edison qui a eu le mérite de la donner. Son téléphone est fondé sur cette propriété qu'un corps mauvais conducteur, tel que le charbon interposé dans un circuit électrique, offre au passage du courant une résistance qui varie suivant les pressions auxquelles le dit corps est soumis. Prenant toujours la membrane métallique pour recevoir les vibrations de la voix, Edison la met en contact avec une pastille faite avec du noir de fumée de pétrole.

Mais la conception de l'inventeur ne s'arrêta pas là. Le courant électrique qui traverse la pastille de charbon, et est rendu ondulatoire par la vibration de la membrane, alimente, dans le système Edison, le circuit primaire d'une bobine d'induction, et ce sont les courants induits de l'hélice secondaire qui sont dirigés dans le câble de transmission. L'intervention de cette action inductive accroît considérablement la puissance de la transmission. Aussi est-ce à partir de la mise au jour de ce système que

l'on a pu franchir des distances considérables, et que la téléphonie a commencé à se développer.

Transmetteurs microphoniques. — Quelque temps après l'invention d'Edison, un homme déjà célèbre par l'invention du télégraphe-imprimeur, M. Hughes, eut une idée qu'on pourrait qualifier de bizarre si elle n'avait eu des conséquences vraiment remarquables. Au lieu d'une rondelle de charbon pulvérisé, il imagina d'interrompre le circuit électrique par un morceau de charbon massif suspendu entre deux coussinets également en charbon de façon à être en équilibre instable. Tel est le principe du microphone qui doit son nom à ce qu'il permet, en amplifiant grandement les sons, de faire entendre la voix et les bruits les plus faibles. Grâce à son mode de suspension, la tige de charbon subit avec une sensibilité extrême les ébranlements extérieurs communiqués à son support, et ses pointes émoussées, qui sont traversées par le courant, offrent à ce dernier un passage d'une section incessamment variable produisant, comme dans le téléphone Edison, les courants électriques ondulatoires correspondant aux ondes sonores.

Je ne m'arrête pas aux expériences curieuses auxquelles a donné lieu le microphone comme renforcement des sons les plus imperceptibles (le tictac d'une montre placée près de l'appareil, le bruit d'une mouche qui marche sur son support), et j'arrive tout de suite aux appareils qui en dérivent et qui ont reçu le nom de Transmetteurs microphoniques.

Parmi ceux que la pratique a adoptés, je citerai les systèmes Crossley et Ader. Sauf des différences d'agencement, ils présentent la même composition. L'un et l'autre possède un certain nombre de baguettes de charbon appliquées librement contre une tablette en bois mince, et divisant le parcours offert au courant électrique pour lui opposer moins de résistance. L'appareil affecte dans les deux systèmes la forme d'un pupitre qui renferme à l'intérieur la bobine d'induction, le parafoudre, et autres accessoires qu'on retrouve dans le transmetteur Edison. Un système de transmetteur que l'on range dans la classe des microphones, mais qui, à mon avis, se rapproche beaucoup plus de celui d'Edison, est l'appareil Blake, très en faveur en Amérique. Dans ce système, il n'y a qu'un petit morceau de charbon pressé par un ressort sur la membrane métallique.

Les dispositions des transmetteurs microphoniques peuvent être modifiées à l'infini. Je dois signaler celle de M. Lock-Labye et celle plus récente de M. Maiche, qui remplace la tablette en bois par une cloche en verre. Celle-ci transmet ses vibrations à deux petites sphères en charbon intercalées dans le circuit électrique. Les auteurs de ces variantes semblent avoir eu pour objectif d'augmenter l'intensité du son transmis. C'est là, sans doute, une intéressante préoccupation, si l'on se propose de faire entendre à plusieurs personnes réunies dans une même salle un discours ou un chant produit au loin. Mais tel n'est pas le rôle du téléphone dans l'usage courant, où il s'agit de transmettre purement des communications verbales d'un caractère

souvent confidentiel, ou de réaliser à distance une conversation intime qui ne doit pas tomber dans des oreilles étrangères.

Choix d'un réseau téléphonique.

Les différents systèmes de téléphones que je viens de passer en revue ont été brevetés par leurs auteurs, et ces brevets placés entre les mains de concessionnaires différents, ont donné lieu à des rivalités, à des concurrences qui ont, pendant quelque temps, entravé l'essor des applications téléphoniques. Aussi les Compagnies formées en Amérique, ainsi que celles qui se sont créées plus tard en Europe, ont-elles reconnu la nécessité de se fusionner pour ne pas être gênées dans leur exploitation. Mais cette concentration en une seule Compagnie est surtout rendue nécessaire par l'établissement des lignes téléphoniques, qui, ainsi que vous allez le comprendre, ne saurait exister sans une unité parfaite d'organisation.

Dans les explications qui vont suivre je prendrai comme exemple le réseau téléphonique installé à Paris par la Société générale des Téléphones, avec le concours du Ministère des Postes et des Télégraphes, et de l'Administration municipale.

Le problème de l'établissement d'un réseau téléphonique dans une ville se pose ainsi :

Étant donnés plusieurs points diversement espacés, il s'agit de les relier par des lignes disposées de manière à permettre le plus grand nombre de liaisons directes entre les points deux à deux, avec la moindre longueur possible des dites lignes.

S'il n'existait qu'un petit nombre de points, il suffirait de les réunir les uns avec les autres en formant ce qu'on appelle le polygone étoilé. Pour ces points le nombre des lignes serait représenté par la formule $m\,(m-1)$. On comprend que le nombre devient considérable si les points, je dirai maintenant les personnes qui s'y trouvent, c'est-à-dire les abonnés, sont au nombre de 500, 1000, etc. On est alors conduit à prendre un point central, d'où l'on fait partir m lignes rayonnant vers les m abonnés. Mais ces lignes, dans une ville comme Paris, deviennent beaucoup trop longues et par suite trop dispendieuses pour les abonnés situés aux points extrêmes, dans les quartiers excentriques. Pour éviter ces inconvénients, au lieu d'une station centrale, on en prend plusieurs, et on forme une série de petites étoiles réparties le mieux qu'on le peut dans les régions de la ville. Ces stations, ou mieux ces bureaux auxiliaires ainsi choisis, sont alors réunis entre eux. Cette réunion peut avoir lieu directement en formant le polygone étoilé, ou par l'intermédiaire d'un Bureau central. Cette dernière disposition est bien préférable, car, si l'on considère n bureaux auxiliaires, en faisant partir de chacun d'eux $n-1$ fils, on comprend facilement que dans le cas du polygone étoilé on n'aurait pour chacun d'eux que $(n-1)$, communications possibles, tandis que l'intermédiaire du Bureau

central permet un nombre de permutations pour chaque bureau égal à $(n-1)^2$.

C'est ce système de distribution qui a été adopté dans les grandes villes, à New-York, Londres et Paris. Le réseau de Paris comprend neuf bureaux auxiliaires répartis dans les principales régions et communiquant avec le Bureau central de l'avenue de l'Opéra. Les abonnés de chaque région sont desservis par le bureau correspondant. Mais s'ils sont reliés à des bureaux différents, la communication a lieu par l'entremise du Bureau central.

Établissement des lignes et pose des cables.

Le plan du réseau étant ainsi défini, j'arrive à la partie technique de l'établissement des lignes téléphoniques. Ces lignes sont aériennes ou souterraines — quelquefois elles sont mixtes sur leur parcours, d'un abonné à son bureau central.

Lignes aériennes. — Les lignes aériennes tendent à disparaître; elles sont construites d'après le même principe que les lignes télégraphiques. Elles consistent en fils d'acier supportés de distance en distance par des poteaux avec isolateurs. Ces poteaux sont fixés sur les toitures des maisons avec l'autorisation des propriétaires. La bonne volonté de ces derniers est assez générale, cependant quelques-uns, par suite d'un préjugé assez difficile à déraciner, montrent une certaine hésitation à laisser poser les fils sur leurs immeubles, craignant d'y faire ainsi attirer la foudre. Ils ne se rendent pas compte que tout au contraire, dans les temps d'orage, l'électricité peut trouver par ces fils un dérivatif qui l'entraîne au loin. Le seul inconvénient que pourrait occasionner un fil métallique ainsi tendu est le bruit vibratoire de la harpe éolienne; or il est complètement évité par l'interposition de rondelles en caoutchouc formant sourdine.

Lignes souterraines. — Les lignes souterraines sont établies avec des câbles d'une structure spéciale. Parlons d'abord de ces câbles.

Câbles employés. — Dans les types principaux employés jusqu'ici par la Société des téléphones, le conducteur composé d'un ou de plusieurs brins en cuivre est isolé par une enveloppe en gutta-percha, puis recouvert d'un guipage de coton. Ces fils, ainsi constitués, sont entourés d'une gaine protectrice en plomb. On les réunit au moins deux par deux dans le même tube de plomb, pour former le double fil qui dessert chaque abonné. Mais le plus souvent on groupe sous le même plomb sept doubles fils pour simplifier et économiser le câble de transmission. Les sept doubles fils ainsi groupés se distinguent par la couleur différente de leur guipage en coton.

Au nombre des opérations, que comprend la fabrication de ces câbles, celle qui demande le plus de soin et de temps, est la mise en plomb. Elle s'exécute en disposant par longueurs de 100 mètres les tubes de plomb sur une table de même longueur, et en y enfilant les fils guipés. Ce travail long et difficile, est supprimé par le procédé qui a été imaginé récemment par MM. Berthoud et Borel de Cortaillod (Suisse), et qui consiste à confectionner directement le tube de plomb sur le fil même qu'il doit envelopper. A cet effet les inventeurs se servent de la presse hydraulique à faire les tuyaux, qu'ils ont modifiée en vue du but proposé. En particulier la filière est surmontée d'une tige creuse s'élevant à travers le métal amolli, et laissant passer le fil à recouvrir. En même temps que lui, pénètre dans la filière un corps isolant liquéfié, résine ou brai, qui vient boucher hermétiquement l'intervalle annulaire existant entre le fil et le tube de plomb qui vient d'être formé. L'isolation est complétée par la paraffine dont on a eu le soin d'imprégner le guipage de coton avant l'entrée du fil dans la machine.

Avec ce procédé mécanique, la mise en plomb d'un kilomètre de fil s'effectue en quelques heures, tandis qu'elle exige plusieurs jours par les moyens manuels et arriérés que j'ai signalés. Outre la perfection du travail, il en résulte une grande économie de main-d'œuvre et par suite une réduction considérable du prix de fabrication. Les nouveaux câbles sont actuellement à l'essai, et les résultats obtenus jusqu'ici font bien augurer de l'avenir du système Berthoud et Borel. La seule objection qu'on y ait faite est la suppression de la gutta-percha que l'on s'obtine encore à considérer comme la seule matière isolante parfaite. Pour ma part, je ne m'explique pas pourquoi on aurait moins de sécurité pour l'isolation dans la combinaison du fil paraffiné et de la résine.

Câbles sans induction. — Mais une supériorité du même système sur les autres est de permettre de recouvrir un fil conducteur unique d'une enveloppe de plomb de très petit diamètre et de pouvoir ainsi utiliser celle-ci comme second fil ou fil de retour. Un câble ainsi formé d'un conducteur central et d'un conducteur annulaire offre l'immense avantage d'être soustrait aux effets d'induction des fils voisins, condition importante en téléphonie pour éviter les confusions dans les communications. En effet, si régulièrement que soient tordus entre eux les deux éléments du fil double de l'ancien système, on comprend qu'ils ne présenteront jamais vis-à-vis d'un fil voisin la symétrie absolue et parfaite qui résulte de la structure du câble Berthoud et Borel, symétrie qui est nécessaire pour compenser, en les annihilant, les influences opposées de l'action inductive.

Utilisation des égouts. — Pour la construction des lignes téléphoniques souterraines à Paris on n'a pas eu besoin de creuser des tranchées, ou de créer une canalisation spéciale. On a été très heureux de pouvoir utiliser

le magnifique réseau d'égouts dont la Ville de Paris a été dotée par M. Belgrand, l'ingénieur distingué que la mort a enlevé avant qu'il n'eût entièrement achevé son œuvre. Bien que les égouts soient assez larges, comme en dehors de leur destination qui est l'écoulement des eaux-vannes ils ont à loger les conduites d'eau, la place qui reste libre est précieuse et l'administration municipale a eu le devoir de la ménager. Celle qu'elle a assignée aux câbles téléphoniques est située sur la voûte et occupe une largeur de 30 centimètres.

Les câbles longent cette partie de l'égout et y sont supportés de mètre en mètre par des crochets en fer feuillard scellés dans le mur. Les crochets sont réunis par trois sur la même patte de scellement, et chacun d'eux peut recevoir 17 câbles à 7 fils doubles. Dans chaque égout on peut donc loger 357 fils pour relier autant d'abonnés.

Pose et déroulement des câbles. — Pour poser un câble, on amène la bobine au-dessus du regard qui est en face du bureau central, servant de point de départ, on la met sur un chevalet, et tirant le bout antérieur du câble, on le déroule le long de l'égout en le suspendant aux crochets.

Entrée de poste chez l'abonné. — Quand l'abonné est à moins de 500 mètres du bureau central, on le relie directement par un câble à un seul fil double; mais pour des distances supérieures à 500 mètres, on fait partir son double fil de l'un de ceux qui composent le câble à 7 fils, que l'on amène aussi près que possible du poste de l'abonné. Arrivé près du branchement particulier d'égout qui correspond à la maison habitée par l'abonné, le double fil est relevé et conduit jusqu'à l'affleurement du mur; là on crève le trottoir, et on y passe le fil en le protégeant dans un tube en fer appliqué verticalement contre le mur, jusqu'à une hauteur de 3 mètres. Ensuite on continue de monter le fil, en lui faisant contourner les balcons et les corniches, jusqu'à l'étage occupé par l'abonné, et on l'introduit dans l'intérieur par un trou percé, soit dans le seuil, soit dans l'imposte de la fenêtre. Il ne reste plus qu'à relier les deux fils aux bornes de l'appareil téléphonique de l'habitation. Ainsi s'effectue l'entrée de poste chez l'abonné.

Concentration des câbles au Bureau central. — Revenons au Bureau central. Au pied de ce bureau sont les 300 lignes, par exemple, qui doivent y être reliées.

On les soude avec un nombre égal de fils qui descendent du bureau et ont été, suivant l'expression usitée, amorcés en égout. Ces 300 fils (il s'agit toujours de fils doubles) forment un faisceau que l'on épanouit sur le mur intérieur de la cave pour les fixer suivant une circonférence en formant une rosace. De la périphérie de cette rosace les fils sont dirigés sur les appareils qui doivent établir les communications, et qu'on appelle Commutateurs. Dans l'organisation actuelle, à partir de ce moment, les deux éléments du

double fil sont séparés, l'un d'eux est amené aux commutateurs, l'autre est réuni à ceux qui comme lui sont écartés du circuit, et ce faisceau est enfoncé dans la terre.

Dans cette disposition, le circuit est ouvert, et outre les effets d'induction on a à redouter l'influence des courants telluriques. Mais dans la nouvelle organisation qui est à l'étude les deux fils de chaque ligne seront amenés aux commutateurs du Bureau central, et on réalisera le circuit métallique fermé avec tous les avantages d'un isolement parfait et d'une indépendance absolue pour chaque ligne.

AGENCEMENT D'UN BUREAU CENTRAL.

L'appareil important d'un Bureau central est le commutateur. Il est destiné à permettre d'établir des liaisons temporaires entre les fils qui y aboutissent suivant toutes les combinaisons deux à deux, résultant des communications que peut demander un abonné quelconque avec chacun de ceux qui sont reliés au même bureau.

Comme il faut que l'employé soit prévenu quand l'abonné désire être mis en communication avec tel autre, le tableau qu'on pourrait appeler « Combinateur, » est accompagné d'un avertisseur ou annonciateur avec signaux optiques pour le jour et sonnerie pour la nuit. Le fil de chaque abonné, après avoir touché au Commutateur-Combinateur, se rend à son Annonciateur et de là à la terre.

Annonciateur. — L'Annonciateur le plus employé se compose d'un électro-aimant, dont l'armature, lorsqu'elle est éloignée, retient un disque cachant le numéro qui désigne l'abonné. Quand celui-ci en appuyant sur le bouton d'appel de son appareil lance le courant de sa pile locale dans la ligne, l'armature de l'électro-aimant de l'annonciateur est attirée et déclanche le disque qui tombe et découvre le numéro.

Commutateur suisse. — Bien longtemps avant la découverte du téléphone, on faisait usage de commutateurs en télégraphie pour correspondre d'une station centrale avec plusieurs postes reliés à celle-ci. Le plus ancien de ces appareils, et le premier qui ait été appliqué à la télégraphie, est désigné sous le nom de commutateur suisse. Fondé sur le principe d'un tableau à double entrée, il se compose de bandes métalliques verticales et de bandes métalliques horizontales croisant les premières sans les toucher. Ces bandes sont isolées entre elles, d'une série à l'autre, et dans chaque série, par la planchette qui les porte, et qui est en bois mauvais conducteur de l'électricité. Des trous sont percés dans les bandes de métal et dans le bois de la planchette aux points de croisement desdites bandes. Ils sont destinés à recevoir des chevilles, également en métal, et dont la tige est fendue

dans les deux sens pour pouvoir fournir un contact assuré avec les deux bandes, quand elles y sont enfoncées.

Si l'on conçoit donc que les bandes verticales forment les prolongements des lignes des abonnés, on comprend que pour relier deux de ces abonnés, les numéros 7 et 12 par exemple, il suffira d'enfoncer deux chevilles dans deux trous d'une bande horizontale à sa rencontre avec les bandes 7 et 12. Il y a plusieurs bandes horizontales pour permettre d'établir simultanément plusieurs communications. En supposant 20 abonnés par tableau, on voit que 10 bandes horizontales suffiront, puisqu'il ne peut pas y avoir simultanément plus de 10 communications; elles nécessiteront 10 paires de chevilles numérotées comme les bandes pour éviter toute confusion.

Dans le système suisse la jonction en temps normal des lignes avec leurs annonciateurs est faite par des chevilles, que l'employé doit enlever aussitôt l'appel fait pour établir la communication demandée, et replacer après que celle-ci a cessé. Cette opération est évitée dans le système américain, dont je vais essayer de donner une idée.

Commutateur américain. — L'organe essentiel de ce commutateur est un interrupteur dit *jack-knife*, qui tire son nom de la forme de couteau qu'il affectait à l'origine. Le manche était une pièce métallique rectangulaire, et la lame un ressort placé de champ. Dans la disposition actuelle le ressort est posé à plat, il sert à amener le courant, qui arrive dans la pièce par une vis à l'extrémité de gauche, à une vis située à droite. Cette vis est isolée du jack-knife et communique électriquement avec l'annonciateur, puis avec la terre. En temps de repos, le bout du ressort touche la vis par un goujon perpendiculaire à celle-ci.

Or, la pièce en cuivre est percée de deux trous, dans l'un desquels dépasse une saillie fixée au ressort. Si donc on introduit dans ce trou une cheville ou fiche métallique, on soulève le ressort et, en l'écartant ainsi de son contact extrême, on rompt le circuit allant à l'annonciateur.

La fiche employée dans ce système est à l'extrémité d'un cordon métallique souple qui se termine par une fiche semblable. En plaçant ces deux chevilles dans les trous des jack-knives 7 et 12, on voit qu'on établit la communication entre les deux abonnés correspondants. Le deuxième trou percé dans chaque jack-knife ne donne lieu à aucune action sur le ressort, il permet d'y prendre la communication avec la ligne de l'abonné en laissant l'annonciateur en dérivation à la terre. Cela donne la faculté à l'un des abonnés d'avertir l'employé quand il a fini de communiquer.

Appareils accessoires du Bureau central. — Les tableaux commutateurs comprennent chacun 25 abonnés. Un employé dessert deux tableaux, il a à sa disposition une clef Morse pour l'appel, un récepteur téléphonique pour entendre l'abonné qui demande a été mis en communication, et un transmetteur téléphonique pour l'aviser que cette communication est établie. Ce récepteur et ce transmetteur sont reliés solidairement par la

tige aimantée du premier. Cette disposition ingénieuse, imaginée par M. Brown, permet de porter d'une seule main à la fois le transmetteur devant la bouche, et le récepteur près de l'oreille pour écouter et parler simultanément.

Le transmetteur est du type Edison; la bobine d'induction est placée à part sous les tableaux commutateurs. Sur le plancher sont posées les deux piles, celle qui envoie le courant d'appel aux abonnés, et celle qui alimente le circuit inducteur du téléphone. Au-dessus est la sonnerie qui fonctionne seulement la nuit, et qui est alimentée par le circuit de pile locale se fermant par la chute de chaque disque de l'annonciateur.

Poste de l'abonné. — L'installation du poste téléphonique chez l'abonné comprend le transmetteur récepteur, le timbre d'appel et le parafoudre, la sonnerie et la pile. A l'exception de la pile qui est posée à terre, les autres parties sont groupées sur un support en forme de pupitre appliqué contre le mur à une hauteur environ de $1^{m}60$. L'agencement de ce support varie un peu suivant le système de téléphone employé. Il n'y a à signaler comme disposition commune que le commutateur destiné à mettre la ligne de l'abonné en communication tantôt avec la sonnerie de son appareil tantôt avec son téléphone. Le double bras articulé qui constitue ce commutateur et se déplace sur quatre bornes est relié au crochet à deux branches où s'accroche le récepteur. En temps de repos, quand celui-ci est accroché, l'appareil est *sur sonnerie*. Mais dès que l'abonné, averti par un appel, prend son récepteur à la main, en le décrochant il déplace la branche mobile du crochet, et ainsi fait jouer le commutateur. Ce maniement établit automatiquement la communication de la ligne avec le transmetteur et le récepteur, c'est-à-dire met l'appareil *sur téléphone*.

M. Armengaud décrit en détail la disposition intérieure d'un poste téléphonique du système Edison ; puis avec le concours de deux personnes placées à deux des postes installés dans la salle, et se plaçant lui-même devant le commutateur représentant le Bureau central, il explique la manière dont s'établissent les communications d'abord entre deux abonnés reliés à un même bureau, puis entre deux abonnés reliés à des bureaux auxiliaires différents en passant par le Bureau central.

Vous voyez, Messieurs, que la manière dont se fait le service des bureaux téléphoniques est des plus simples. Il est en outre des plus rapides, grâce à l'intelligente activité déployée par les demoiselles à qui est confié le service de Paris pendant le jour. Pour vous en donner un exemple, je vous dirai qu'il suffit généralement d'une demi-minute pour établir la communication entre deux abonnés reliés à deux bureaux différents, c'est-à-dire pour faire parler un abonné de la Villette avec un abonné de Passy.

Mais la simplicité du fonctionnement du système ne doit pas faire perdre de vue les difficultés auxquelles a donné lieu son installation. De l'invention du téléphone à la réalisation de son application pratique, c'est-à-dire

à la constitution du réseau téléphonique, il y avait un pas énorme à franchir.

S'il est juste de reconnaître que la télégraphie avait préparé le terrain à l'organisation de la téléphonie, et que celle-ci a pu profiter de l'expérience acquise, l'exposé succinct que je vous ai présenté montre que ce n'est qu'après de patients et énergiques efforts et avec le concours de nombreuses compétences que l'on a pu mener à bien une entreprise si nouvelle, on peut dire sans précédent.

EXPLOITATION DES RÉSEAUX TÉLÉPHONIQUES.

États-Unis. — C'est en Amérique, berceau de l'invention du téléphone, que furent établis les premiers réseaux téléphoniques. Ils ont pris un grand développement à Boston, Philadelphie, Chicago et New-York. Dans chacune de ces deux dernières villes on compte plus de 3,000 abonnés.

Tout d'abord le téléphone fut exploité par la Compagnie Bell, qui s'était rendue concessionnaire de la patente de l'inventeur. Lorsque parut l'invention d'Edison, une Société rivale se forma sous le nom de *Western Union telephone Company.* Comme transmetteur elle se servait du nouveau téléphone à charbon, mais elle employait comme récepteur le téléphone Bell. Que fit la première Compagnie? Elle se rendit propriétaire du transmetteur Blake, système qui participe du téléphone Edison et du microphone Hughes. Un procès s'engagea entre les deux Compagnies concurrentes et il menaçait de s'éterniser lorsqu'elles s'entendirent et fusionnèrent en une seule, celle qui exploite aujourd'hui toutes les villes des États-Unis.

Partout les lignes sont aériennes; cette installation est défectueuse et entraîne surtout de graves inconvénients par suite de la construction des maisons qui, dans les villes américaines, ont presque toutes leurs toitures en terrasse. La terrasse couverte en feuilles de plomb ou de zinc se trouve bien vite détériorée par le piétinement des ouvriers qui viennent poser et réparer les poteaux qui supportent les câbles. En outre la multiplicité de ces câbles aériens au-dessus des rues et des places publiques finit par leur donner un aspect désagréable. Il paraît même que dans un certain endroit à Boston, le réseau est si serré qu'il finit par obscurcir la lumière du jour.

Partout on a adopté le principe des abonnements. A New-York, chaque abonné paie par an 200 dollars lorsque sa distance au prochain bureau auxiliaire ne dépasse pas une lieue anglaise. Pour une distance supérieure, il est tenu de payer un supplément.

Pour l'établissement des connexions ou communications, on emploie des commutateurs interrupteurs semblables à ceux que j'ai indiqués. Le service est fait par des jeunes garçons (*switchmen*) chargés d'établir les communications en insérant les chevilles dans le *switch-board*, nom donné au tableau permutateur portant les *jack-knives.* Lorsqu'un bureau réunit un très grand nombre d'abonnés, les tableaux qui les répartissent se trouvent

trop éloignés pour qu'on opère la connexion avec le cordon souple à deux chevilles. Alors on adopte un système analogue à celui proposé récemment par M. Brown, et qui consiste à grouper sur une table des conjoncteurs supplémentaires en nombre égal aux abonnés, et cette table est desservie par un *swichman* spécial averti par ceux qui voient tomber les disques des annonciateurs.

Plus récemment on a fait l'essai, à New-York, d'un système, imaginé par MM. Haskins et Wilson, électriciens de la Compagnie, qui a pour principe la réunion des tableaux permutateurs au moyen de règles métalliques isolées entre elles, et jouant le rôle des bandes horizontales du commutateur suisse. Les *switchmen* placés devant les tableaux se servent de chevilles en utilisant successivement ces règles pour établir les connexions. A chaque fois qu'ils emploient une règle, ils la font pivoter et la mettent hors de service. Ce mouvement empêche les confusions, mais il est une des complications du système. Dans la nouvelle organisation du Bureau central que préparent MM. Lartigue et Berthon, les tableaux permutateurs pourront également être réunis entre eux par trois ou quatre fils de jonction, mais avec une combinaison spéciale qui dispense de tout mécanisme.

Enfin dans quelques villes, aux États-Unis, on a adopté pour l'appel à faire par l'abonné l'emploi d'une petite machine magnéto-électrique qui, mise en action, produit et lance un courant au Bureau central; l'inconvénient de ce système est d'astreindre l'abonné à tourner une manivelle.

Angleterre. — Les Compagnies qui se sont créées en Angleterre pour exploiter le téléphone n'ont pas tardé à se réunir en une seule, sous le nom de *The United Telephone Company Limited, Bell's & Edison's Patents.* Cette Compagnie pensait, comme celle de l'Amérique, pouvoir fonctionner sous le régime de la liberté, lorsque vers la fin de l'année dernière le gouvernement anglais réclama pour le Post-Office le monopole de l'emploi du téléphone. La Compagnie résista, et un procès s'ensuivit qui fut porté devant la Cour de l'Échiquier de Sa Majesté britannique.

Le débat a porté sur deux points :

Le premier, purement technique et grammatical. Le téléphone était-il un télégraphe perfectionné ou un instrument *sui generis* ?

Le second, d'ordre administratif. Il s'agissait de savoir si le droit de construire un télégraphe privé pouvait être concédé à une Compagnie qui combinait les messages dans une salle téléphonique.

La Compagnie a perdu son procès; mais le gouvernement anglais n'a pas abusé de sa victoire, et, dans l'esprit pratique et libéral qui anime nos voisins d'outre-Manche, il est entré en pourparlers avec elle pour lui affermer l'usage du téléphone à des conditions qui seront arrêtées prochainement.

Actuellement le téléphone fonctionne dans plusieurs grandes villes d'Angleterre et d'Écosse. A Londres, le prix de l'abonnement est de

20 livres sterling; il faudra à cette somme ajouter la redevance à payer à l'État.

Les lignes sont aériennes, et les appareils employés sont : soit le transmetteur Edison avec le récepteur Bell, soit le transmetteur Crowley avec le récepteur Gower-Bell. Une Compagnie est actuellement en formation pour la construction de ces appareils téléphoniques.

Allemagne. — Le gouvernement allemand n'a pas laissé le temps à des Compagnies de se former; il s'est emparé aussitôt de l'exploitation du téléphone, qu'il a considérée comme un service public. Dès le commencement de 1878, l'Administration des postes et des télégraphes de l'empire faisait annoncer l'ouverture de bureaux téléphoniques; mais jusqu'à présent aucun de ces bureaux n'a fonctionné régulièrement. A Berlin même, le réseau très incomplet ne dessert qu'un très petit nombre d'abonnés. Cet insuccès peut être attribué à deux causes. La première est le tort qu'a eu le gouvernement allemand d'étouffer l'initiative privée. La seconde résulte de la situation singulière qui a été faite aux représentants et ayants-droit de MM. Bell et Edison. En arrivant en Allemagne, ils se sont vu disputer l'usage du téléphone par un Allemand qui, chose singulière, a obtenu le premier brevet accordé en Allemagne pour les téléphones. Cette circonstance fâcheuse résulte d'une erreur de la Commission technique d'examen des brevets, qui auparavant avait refusé le brevet de principe au véritable inventeur du téléphone, sous prétexte d'une publicité anticipée de l'invention.

D'ailleurs il semble que les Allemands aient voulu exprimer leur indifférence à l'endroit de la découverte américaine; car dans la circulaire officielle que j'ai sous les yeux, non seulement les noms désormais illustres de Bell et d'Edison ne sont pas cités, mais le mot même « téléphone » n'est pas une seule fois mentionné. L'appareil est désigné par un mot composé allemand qui signifie « Parleur au loin, » expression incomplète puisqu'elle ne s'applique pas à l'appareil qui sert à entendre la voix transmise.

Cependant la situation du téléphone en Allemagne tend à s'améliorer. D'abord le *Patent-Amt* reviendra sur sa première décision. Ensuite des réseaux téléphoniques commencent à s'établir à Berlin, à Hambourg, à Mulhouse. A Berlin, le prix de l'abonnement est provisoirement de 200 marcs ou 250 francs; mais il ne s'applique qu'à l'abonné distant de moins de 2 kilomètres du bureau central. Pour chaque kilomètre en plus, le prix s'augmente de 50 marcs.

Belgique. — La situation belge est en quelque sorte la contre-partie de celle qui précède. Là, c'est sous le régime de la liberté que trois Compagnies ont installé des réseaux téléphoniques à Bruxelles, Anvers, Liége, Verviers et Charleroi. Dans le principe, les trois Compagnies étaient : 1° la *International Bell Telephone Company;* 2° la *Compagnie Gower,*

et 3° la *Compagnie Bède*. Aujourd'hui les Compagnies Bède et Gower ont fusionné sous la raison sociale : *Compagnie belge des téléphones Bell.*

Le principe de l'abonnement est adopté pour toutes les villes, le prix en est de 300 francs par an. La Compagnie Bell compte 600 abonnés à Bruxelles, 400 à Anvers, 200 à Liége. Mais elle est paralysée, dans l'exploitation de ces réseaux, par cette circonstance bizarre que le gouvernement belge n'a ni accordé ni refusé l'autorisation demandée. La presse s'occupe de la question et ne comprend pas l'hésitation du gouvernement qui pourrait, dit-elle, se réserver le droit de rachat des lignes exploitées. En attendant, les Compagnies de téléphones sont très embarrassées, et il paraît même qu'elles n'ont pas le droit de percevoir le prix des abonnements.

Je laisse de côté la Suisse, l'Autriche-Hongrie, l'Italie et autres pays, où l'exploitation du téléphone ne s'est pas encore suffisamment dessinée, et j'arrive à l'exploitation française.

France.— Il y eut d'abord trois Compagnies qui chacune obtinrent une concession du ministère des postes et télégraphes. Par ordre de date, ce sont: la Compagnie Soulerin (système Blake), la Compagnie Gower, fondée par M. Roosevelt, l'introducteur du téléphone Bell en France, et la Compagnie Berthon et Cie, propriétaire du système Edison. C'est de la fusion de ces trois Compagnies qu'est sortie la Compagnie unique actuelle, qui, sous le nom de Société générale des Téléphones, a été constituée le 30 octobre 1880.

La Société est liée avec l'État par le cahier des charges de l'arrêté du 26 juin 1879, par lequel M. le Ministre des postes et des télégraphes, a autorisé l'installation et l'exploitation des communications téléphoniques.

L'arrêté vise d'abord les lois des 29 novembre 1850 et 27 décembre 1851, qui consacrent pour l'État le monopole des lignes télégraphiques. Je n'en signalerai que trois clauses principales :

1° Le réseau extérieur est établi par les soins du service des télégraphes de l'État, aux frais exclusifs de la Compagnie permissionnaire;

2° Les tarifs à percevoir par voie d'abonnement sont arrêtés par le Ministre des postes et des télégraphes, ainsi que toute modification ultérieure de ces tarifs.

Une lettre ministérielle du 25 décembre 1880 a fixé le tarif d'abonnement à 600 francs pour Paris et à 400 francs pour la province.

3° Outre un cautionnement de 25,000 francs, la Compagaie permissionnaire paie à l'État, à titre de droit d'usage du téléphone, une annuité calculée à raison de 10 0/0 des recettes brutes encaissées par l'entreprise.

Comme je l'ai expliqué, le réseau téléphonique de Paris est installé dans les égouts. Pour cette installation, la Société est obligée de soumettre le tracé de chaque ligne à la direction des travaux de la ville de Paris, qui, après examen fait des espaces occupés déjà par les conduites d'eau et de gaz, approuve ou modifie le projet, puis assigne l'emplacement nécessaire. Pour cet emplacement, la Société paie à la Ville une redevance, dont le chiffre va être arrêté par le traité soumis au Conseil municipal.

Si nous ne vivions sous un régime qui doit avoir pour principe la marche du progrès, et si, au nombre de ceux qui l'encouragent, nous ne comptions au premier rang le Ministre actuel des postes et des télégraphes, il faudrait désespérer d'organiser une exploitation téléphonique dans les conditions difficiles qui sont faites à la Société concessionnaire.

Mais, très heureusement, toutes ces difficultés sont aplanies, et, grâce au concours plein de zèle et d'obligeance que la Société rencontre dans les ingénieurs des télégraphes et de la ville de Paris, les formalités pour l'installation des lignes sont remplies avec le moins de temps possible, eu égard aux rouages encore trop compliqués de l'administration française. Les résultats suivants permettent de se rendre compte du développement relativement rapide du réseau téléphonique de Paris.

Le réseau souterrain, qui n'était que de 430 kilomètres au moment de la fusion des Compagnies, mesure aujourd'hui un développement de 820 kilomètres.

Le nombre des abonnés reliés s'est élevé de 454 à 1240, sur lesquels 905 sont reliés.

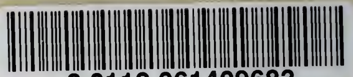
Le nombre des communications demandées en une semaine, qui était de 4000 en octobre, a atteint le chiffre de 45000 la semaine dernière; il a plus que décuplé.

Ces chiffres éloquents montrent le progrès que fait l'usage du téléphone. Auxiliaire du télégraphe, il entre tout à fait dans les mœurs. Aujourd'hui, il permet aux habitants d'une même ville de communiquer verbalement entre eux, à toute heure du jour ou de la nuit. Rien ne s'oppose à ce que d'ici à un temps peu éloigné, on puisse également parler d'une ville à une autre. Les systèmes proposés récemment par le docteur Herz et par M. Dunand, sont un pas fait vers la téléphonie à grande distance. Rien n'empêche que le réseau téléphonique, en s'étendant plus loin encore, ne couvre chaque continent, et, traversant les mers, n'embrasse le globe terrestre tout entier.

Lorsque ce jour sera arrivé, lorsqu'on pourra ainsi se parler d'un bout du monde à l'autre, lorsque, quelle que soit la distance qui les sépare, deux êtres chers l'un à l'autre pourront se faire entendre le timbre et même le souffle de leur voix, leurs rires comme leurs sanglots, ne pourra-t-on pas dire que le téléphone a véritablement supprimé l'éloignement, cette tristesse de la vie, et qu'à ce titre surtout, l'auteur de cette découverte doit être considéré comme un des bienfaiteurs de l'humanité.

M. le Président remercie M. Armengaud de sa communication excessivement intéressante. Maintenant, grâce à lui, chacun d'entre nous sait parfaitement en quoi consistent l'installation et l'exploitation des lignes téléphoniques, et surtout ce qu'est le réseau téléphonique à Paris.

Paris. — Imp. E. Capiomont et V. Renault, rue des Poitevins, 6.


3 0112 061409683